

# Communication, positionnement et GPS

## Prof. Charles Debouche

Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux  
debouche.c@fsagx.ac.be

### Le positionnement

Le positionnement est l'art de la localisation. Positionner un élément, quel qu'il soit, revient à le situer dans l'espace. Cette notion est valable dans deux sens : (1) quelle est la position de tel élément par rapport à un système de référence (quelles sont ses coordonnées) et (2) ou positionner dans l'espace tel élément dont je connais les coordonnées. Ce qui vient d'être dit pour un élément est également valable pour un ensemble d'éléments formant une ligne ou une surface.

Les applications du positionnement sont multiples et très diversifiées. Citons à titre d'exemples : position d'une construction (bâtiment, route conduite, aqueduc, etc.), position et trajectoire d'un mobile (avion, voiture, bateau, missile, etc.), position et trajectoire d'un engin de chantier ou d'un de ses organes (lame, grappin, poseur de drain, etc.), surface de parcelles cultivées (gestion de subvention, remembrement, etc.), déplacements d'animaux sauvages, localisation de communautés végétales particulières, positions d'engins agricoles (agriculture de précision), etc.

Si nombreuses de ces applications sont anciennes, voire très anciennes (construction de pyramides, d'aqueduc etc.), d'autres sont plus récentes et se multiplient du fait des nouvelles techniques de positionnement.

Jusqu'au milieu du siècle passé, les opérations de positionnement étaient principalement fondées sur des procédés optiques permettant la mesure d'angles et de distances. Le système de référence d'un pays s'établissait par des visées astronomiques et le positionnement dans ce système se faisait par des visées sur des points remarquables, généralement visibles à longue distance (sommet de clocher, de château, etc.), et dont les coordonnées avaient été établies par visées réciproques en triangle.

Le premier appareil de mesure électronique de distance fut introduit en 1948 par le physicien suédois Éric Bergstrand. Il fut appelé "geodimeter", comme acronyme de "geodetic distance meter" et il était destiné à améliorer une méthode de mesure de la vitesse de la lumière. Il émettait un rayonnement visible et était capable de mesurer avec précision et de nuit, une distance de 40 km.

A partir de ce moment ont été mises en œuvre des mesures de distance, identifiant le déphasage entre une onde émise et cette même onde reçue après sa réflexion sur un réflecteur. Cette innovation a permis d'obtenir des précisions remarquables sur la mesure de distance (quelques mm par km). Ces mesures de distances se faisaient donc entre deux points situés sur la terre.

### Le GPS

En 1970, le Département de la Défense des Etats-Unis a entamé le développement d'un système global de navigation satellitaire (Global Navigation Satellite System – GNSS) baptisé NAVSTAR-GPS (NAVigation System with Time and Ranging – Global Positioning System). Ce système est opérationnel depuis 1994.

Il s'agit toujours de mesure électronique de distance, mais cette fois entre un point situé sur la terre et des satellites de position connue. La mesure de la distance

séparant un récepteur situé sur le point à positionner et le satellite, se fait en mesurant le retard existant entre l'onde reçue du satellite par le récepteur et la même onde générée par le récepteur. La position du satellite est également transmise au récepteur. Trois distances, et donc trois satellites, sont nécessaires pour calculer les trois coordonnées situant le récepteur. Cependant, un quatrième satellite est nécessaire pour corriger l'erreur d'horloge du récepteur.

Le dispositif GPS comprend au minimum 24 satellites opérationnels (27 actuellement), répartis sur 6 orbites, approximativement circulaires (rayon de 26.561,75 km) et effectuant une rotation complète en 11 h 58'. Ces satellites sont perpétuellement « suivis » à partir de cinq stations terrestres réparties autour du globe à proximité de l'équateur. Ils sont également « conduits » afin de conserver leur trajectoire.

Tous ces satellites émettent en permanence deux ondes modulées par deux codes (un code dit « d'approche » et un code de précision) et complétées par un message digital comprenant l'identification du satellite, sa position lors de l'émission, son erreur d'horloge et quelques autres indications.

### **Quelles précisions ?**

La précision du positionnement ainsi réalisé peut varier entre cinq mètres et un centimètre (en terme d'écart-type) suivant la qualité du récepteur (mono ou bi-fréquence, mode de calcul du déphasage), le nombre de récepteurs utilisés (un ou deux), la méthode de mise en œuvre du ou des récepteurs, le nombre et la position des satellites dans l'espace vis-à-vis du récepteur et la situation de l'atmosphère traversée par les ondes reçues.

Le prix des équipements varie aussi en fonction de la précision. L'équipement élémentaire, permettant d'effectuer un positionnement par l'usage d'un seul récepteur mono-fréquence vaut environ 500 EUR. Sa précision est approximativement de 5 mètres actuellement. Il est à noter que cette précision est décidée par le Président des Etats-Unis. En effet, c'est en fonction de sa décision qu'une telle précision est disponible depuis le 2 mai 2000 à 4 heures. Avant cet instant, la précision d'un tel récepteur était d'environ 30 à 40 mètres. Cette dégradation volontaire de la précision du positionnement était provoquée par l'envoi de coordonnées altérées des satellites. C'est ce genre de récepteur qui équipe les voitures disposant de l'option dite GPS, complétée par une assistance cartographique.

Les plus hautes précisions (environ un centimètre) peuvent être obtenues par la mise en œuvre de deux récepteurs, dont un est situé sur un point de coordonnées connues (dispositif appelé différentiel), fonctionnant sur les deux fréquences et identifiant le déphasage à partir de l'analyse des ondes porteuses. Le prix des équipements nécessaires à l'obtention d'une telle précision est d'environ 50.000 EUR.

Il existe évidemment des équipements de prix intermédiaire destinés à des positionnements de précisions intermédiaires. En particulier un récepteur fonctionnant en différentiel et sur une fréquence peut offrir une précision d'un décimètre pour un prix d'environ 5.000 EUR. Cet équipement ne fonctionne que s'il peut recevoir, en même temps que les ondes émises par les satellites, des corrections à apporter aux distances calculées entre le récepteur et les satellites. Ces corrections peuvent être reçues par radio ou par gsm. Elles sont calculées et émises en permanence par un fournisseur de corrections à partir d'un récepteur situé sur un point de coordonnées connues. Signalons à ce sujet que les trois régions de notre pays se sont dotées d'un réseau de stations permanentes émettrices de

corrections (33 stations pour la Flandre – réseau FLEPOS <http://www.flepos.be> ; 3 stations pour Bruxelles – réseau GPSBRU <http://www.ngi.be/FR/FR4-3.shtm>; 23 stations pour la Wallonie – réseau WALCORS <http://gps.wallonie.be> ).

Les stations émettrices de corrections installées dans nos trois Régions permettent également d'effectuer des positionnements de haute précision avec un seul récepteur, ce qui divise pratiquement par deux le prix de l'équipement nécessaire, le ramenant à environ 25.000 EUR. A noter cependant que la précision est influencée par la distance qui sépare le récepteur de (ou des) station(s) émettrices de correction.

Il n'est pas indispensable de disposer de l'équipement permettant de recevoir ces corrections en même temps que les signaux des satellites. Ceux-ci peuvent être enregistrés et confrontés à posteriori aux corrections correspondantes. Ces dernières peuvent être téléchargées sur internet à partir d'un site fournisseur de corrections. Il s'agira dans ce cas d'un « post-traitement », par opposition au traitement en temps réel.

### **D'autres systèmes**

Le système américain GPS n'est pas le seul système global de navigation satellitaire. En effet, l'Union soviétique a élaboré son système GLONASS. Il est toujours opérationnel mais sensiblement moins utilisé.

L'Union Européenne a récemment décidé de mettre en œuvre son propre système global de navigation satellitaire qui porte le nom de GALILEO. Il sera opérationnel en 2008 avec 30 satellites répartis sur trois orbites géo-centrées, d'un rayon de 29.378,137 km. Ces satellites seront donc situés environ 2.800 km « au dessus » des satellites NAVSTAR-GPS. C'est un système civil et non militaire.

Ce système complète le système GPS. Il permettra de renforcer la fiabilité des positionnements par la combinaison des deux systèmes. En outre il réduit fortement la vulnérabilité des utilisateurs actuels du système GPS, dont il n'est pas inutile de rappeler le caractère militaire. De plus, la gratuité actuelle d'accès au GPS n'est pas garantie au-delà de 2005. Enfin, la lisibilité du code de précision n'est pas garantie. Elle pourrait être supprimée pour des raisons de sécurité militaire.